

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

TESIS

**CURVA DE LACTANCIA PARA UN HATO CRIOLLO
LECHERO REYNA EN CONDICIONES DE TROPICO
SECO**

POR

MARIA GISSELL GONZALEZ
MARIA DE LOS ANGELES GUTIERREZ

Managua, Nicaragua
1991

U N I V E R S I D A D N A C I O N A L A G R A R I A
F A C U L T A D D E C I E N C I A A N I M A L

CURVA DE LACTANCIA PARA UN HATO CRIOLLO LECHERO
REYNA EN CONDICIONES DE TROPICO SECO

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de

INGENIERO AGRONOMO

POR

MARIA GISSELL GONZALEZ SOLORZANO
MARIA DE LOS ANGELES GUTIERREZ GARCIA

Managua, Nicaragua

1991

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

COMITE ASESOR:



Ing. Denis Salgado F., MSc.
Profesor Consejero



Ing. Roberto Blandino O.
Miembro del Comité



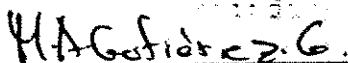
Ing. Pasteur Parrales G.
Miembro del Comité



Ing. Carlos Rodríguez A.
Miembro del Comité



María Gisela González S.
Estudiante



María de los Angeles Gutiérrez G.
Estudiante

DEDICATORIA

De María Gissell González S:

A mis padres: José Mercedes González
 Concepción Solórzano P.

Como una muestra de agradecimiento por la abnegación, el sacrificio y el esfuerzo cotidiano que siempre me brindaron, por ser ellos portadores del anhelo de superación que lograron transmitirme y por los sabios consejos bajo los cuales supe guiarme hasta la culminación de mi carrera.

A mis hermanos: Raymundo, Gregorio, Pablo, Conny,
 Mercedes, Lydía, Miriam.

A ellos porque siempre estuvieron instándome a continuar en la brecha de la superación.

A mi hermano Rigoberto (q.e.p.d.), cuya alma reposa en el sueño eterno y porque a donde yo vaya, su memoria estará siempre conmigo.

De María de los Angeles Gutiérrez G.:

A mis padres: Dora Isabel Madriz G.
 Guillermo Madriz A.

Quienes con su amor y dedicación hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mis hermanos:	Leyla	Rosalpina
	Guillermo	Marcos A.
	David	Claudia
		Carolina
		Rafael

Por el cariño y apoyo brindado a lo largo de estos años.

AGRADECIMIENTO

Las autoras desean expresar su gratitud:

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de éste trabajo.

A la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA) y al proyecto RAREN por la cooperación brindada.

Y de manera muy especial al Ing. Denis Salgado F. por sus valiosos aportes y dedicación en la asesoría de éste trabajo.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
- OBJETIVOS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1.- ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR DE TRABAJO...	11
3.2.- MANEJO DEL HATO.....	13
3.3.- DESCRIPCION DE LOS DATOS.....	15
3.4.- PARAMETROS DE LA CURVA DE LACTANCIA.....	20
3.5.- ANALISIS ESTADISTICO.....	21
IV. RESUTADOS Y DISCUSION.....	23
4.1.- CARACTERIZACION DE LA CURVA DE LACTANCIA..	24
4.2.- EFECTO DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.....	29
4.3.- CORRELACIONES FENOTIPICAS.....	41
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. BIBLIOGRAFIA.....	46

GONZALEZ SOLORZANO, G.; GUTIERREZ GARCIA, M. 1991. Curva de lactancia para un hato criollo lechero Reyna en condiciones de trópico seco. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). 48 p.

Palabras claves: Reyna, criollo, leche, trópico, curva de lactancia, factores ambientales.

CURVA DE LACTANCIA PARA UN HATO CRIOLLO LECHERO REYNA EN CONDICIONES DE TROPICO SECO

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la curva de lactancia y evaluar los efectos ambientales, año de parto (AAPAR), época de parto (E) y número de parto (NUMPA) asociados con los parámetros de la curva de lactancia, se analizaron registros mensuales (N=241) de vacas criollo Reyna bajo condiciones de trópico seco en la Hacienda "El Pino" Rivas, Nicaragua, los que corresponden a los años 1982-1989. Para la caracterización de la curva de lactancia, se utilizó el modelo propuesto por Wood (1967) de forma linealizada $\ln Y_x = \ln a + b \ln x - cx$, donde Y_x es la producción diaria en el período x , a representa la producción inicial, b el ascenso al pico, c descenso de producción. A partir del mismo se generaron la persistencia S , rendimiento al pico RP , tiempo al pico TP . La proporción de curvas atípicas encontradas en el presente estudio, fué de 23.21%. Al analizar la curva de lactancia general se observa un $a = 1.94 \pm 0.17$ Kg, $b = 0.52 \pm 0.04$ Kg, $c = 0.006622 \pm 0.000423$ Kg, $RP = 6.13 \pm 0.11$ Kg, $TP = 89.17 \pm 5.07$ días y $S = 7.78 \pm 0.13$; determinándose una curva sobreestimada producto de un valor para b sumamente grande. En el análisis de varianza se encontró que el factor época fué el que ejerció una mayor influencia sobre las características en estudio. Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar según la época de parto, fueron de 2.25 ± 0.20 Kg, 0.50 ± 0.04 Kg, 0.007344 ± 0.0005 Kg para a , b y c respectivamente y para RP , TP y S de 6.38 ± 0.14 Kg, 67.64 ± 6.06 días y 7.49 ± 0.15 en la época 1 (Mayo-Octubre). En la época 2 (Noviembre-Abril) fueron de 1.63 ± 0.25 Kg para a , 0.52 ± 0.06 Kg para b , 0.005899 ± 0.0006 Kg para c y para RP , TP y S de 5.88 ± 0.17 Kg, 110.71 ± 7.53 días y 8.07 ± 0.09 respectivamente. Los valores estimados para las correlaciones fenotípicas (r_s) entre a y b , a y S resultaron de -0.71 y -0.75 respectivamente, y entre $PL305$ y a , $PL305$ y c , TP y S b y c , y entre b y S fueron de -0.00 , -0.25 , 0.66 , 0.70 y 0.84 , respectivamente, presentando el resto de las estimaciones correlaciones cercanas a cero.

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N°.</u>	<u>página</u>
1	Resumen de datos agroclimáticos acumulados en los diferentes años de estudio (1982 - 1989) en Rivas, Nicaragua..... 12
2	Número de lactancias disponibles (N) para la realización del presente trabajo..... 16
3	Número de registros (N), según el número de parto en el hato criollo Reyna de Rivas durante los años 1982-1989..... 17
4	Número de lactancias, según el año de parto en el hato criollo Reyna de Rivas durante los años 1982-1989..... 19
5	Número de lactaciones por época..... 19
6	Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para los parámetros relacionados con la curva de lactancia del hato criollo Reyna en Rivas, Nicaragua..... 26
7	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para los parámetros a, b y c..... 29
8	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para las variables RP, TP y S..... 30
9	Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para los parámetros de la curva de lactancia según la época de parto..... 34
10	Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para cada uno de los parámetros de la curva de lactancia según el número de parto..... 40
11	Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para cada una de las variables de la curva de lactancia según el número de parto..... 40
12	Correlaciones fenotípicas para los diferentes parámetros y variables relacionados con la curva de lactancia..... 42

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N°.</u>		<u>Página</u>
1	Curva de lactancia general del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua.....	25
2	Curvas de lactancias según la época de parto, del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua....	35
3	Curvas de lactancias para los primeros cuatro partos del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua.....	38
4	Curvas de lactancias para los últimos tres tos del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua.....	38

I. INTRODUCCION

Nicaragua, en el contexto de la política internacional pertenece al bloque de los países en vías de desarrollo y como tal, basa su economía en la explotación agropecuaria, siendo la producción pecuaria la que aportó en 1988 un 8.23% del producto interno bruto (PIB) (INEC, 1989). Según Salazar y Cardozo (1981), este rubro genera una gran demanda de mano de obra y constituye una de las fuentes de mayor importancia en la producción de proteínas. A pesar de lo anterior, este sector no se encuentra aún plenamente desarrollado.

Son varios los factores que repercuten en el desarrollo y eficiencia de la producción ganadera, entre ellos están los factores sociales, económicos, biológicos, ambientales y de manejo; actuando todos interrelacionadamente, pero el que causa mayores estragos y no se encuentra al alcance de la mano del hombre, al menos en estas latitudes, es el factor ambiente.

Las altas temperaturas, humedad relativa e irradiación solar son los elementos más importantes del ambiente tropical que inciden, directa e indirectamente, sobre el rendimiento pecuario afectando aspectos de sanidad, manejo, alimentación y otros. En su mayoría, hasta ahora se ha tratado de mejorar los niveles productivos mediante la importación de razas europeas especializadas, sin embargo

este tipo de animales no han podido adaptarse a las condiciones adversas de los trópicos, lo cual no ha permitido obtener resultados deseables. Esto parece indicar la necesidad de la conservación y mejoramiento de animales de razas autóctonas capaces de resistir las condiciones adversas de los trópicos y además producir leche como es señalado por Campos (1989).

La diversidad genética para producción de leche en las áreas tropicales es muy amplia, entre éstas se cuenta con animales de razas europeas como Holstein, Jersey y Pardo Suizo; Cebú, razas criollas como el Criollo Lechero Centroamericano o Reyna, el Costeño con Cuernos de Colombia y cruces entre ellos (Campos, 1989).

El comportamiento de los genotipos criollos es muy poco conocido, debido básicamente a la falta de registros en los sitios donde este tipo de animales predominan. Al respecto, Tevolde (1987) señala que en el trópico, el grado de utilización de los registros de producción es reducido, lo que representa un obstáculo muy grande en el establecimiento de los diferentes programas de manejo genético, potencialmente disponible.

Con la utilización racional y planificada de estos genotipos y programas adecuados de selección y cruzamiento, la producción de los animales dentro de una lactancia, jugarían un papel importante, para disminuir así el

déficit de leche de la región (Sequeira, 1986 citado por Mendoza y Pupiro, 1990).

Wood (1967, 1969) puntualizan que económicamente la configuración de la curva de lactancia es importante, ya que es posible predecir mes a mes la producción de una vaca o de un rebaño, lo bastante correcto como para proporcionar una base para la planificación anticipada del manejo del hato.

En base a lo anteriormente citado, el presente trabajo tiene los objetivos siguientes:

- 1.- Caracterizar la curva de lactancia del ganado Reyna del hato "El Pino" en Rivas, Nicaragua.
- 2.- Determinar la influencia de diversos factores ambientales sobre los parámetros de la curva de lactancia.
- 3.- Determinar las correlaciones fenotípicas entre la producción de leche y los distintos parámetros relacionados con la curva de lactancia.

II. REVISION DE LITERATURA

La inherente y definida tendencia de la secreción de leche en el curso de lactación de una vaca es representada matemáticamente por la forma de una curva (Yadav *et al.*, 1977 citado por Gaona *et al.*, 1985). Varios intentos se han hecho para describir la variación en la producción de leche durante el curso de la lactación en ganadería, ésta variación es usualmente descrita por la curva de lactación (Abubakar y Buvanendran, 1981). Kellogg *et al.* (1977) definieron la curva de lactancia como el gráfico de producción diaria de leche contra el tiempo total de producción.

En los países desarrollados, las curvas de lactancia y los parámetros que la determinan, han sido ampliamente estudiados y evaluados; demostrando su utilidad como un componente adicional para el conocimiento del hato lechero. El conocimiento de la forma en que una vaca produce dentro de una lactancia permite al productor definir el sistema de manejo, realizar una planificación de los recursos disponibles, estableciendo la estrategia a seguir para enfrentar las variaciones de la producción de leche en las diferentes épocas del año y tomar decisiones en la cantidad de alimento que necesita proveerse, entre otros. Además, permite definir el respectivo sistema de selección, señalando la forma de cómo escoger de entre los animales

lactando, aquellos relativamente uniformes en su producción (Minder y McMillan, 1979 citados por Campos, 1989; Wood, 1976; Shaeffer et al., 1977; Congleton y Everett, 1980; Schneeberger, 1981; Abubakar y Buvanendran, 1981; Rodríguez, 1988). En cambio, existe poca información disponible acerca de estudios de curvas de lactación en la ganadería tropical, uno de los pocos trabajos realizados en los trópicos son los de Abubakar y Buvanendran (1981) y Campos (1989).

La primera tentativa de encontrar un modelo matemático para explicar la fase ascendente de la curva de lactación, fué propuesta por Brody et al. (1923) citado por Gaona et al. (1985) a través de una función exponencial que describe solamente la tasa de declinación de la secreción de la leche. Subsecuentemente Sikka (1950) citado por Gaona et al. (1985), describe la curva de lactancia como una función exponencial parabólica de la siguiente forma: $Y = A e^{bt+ct^2}$, la cual linealizada es $\ln Y = \ln A + bt + ct^2$ donde Y representa la producción media diaria de leche en el mes t de lactación; e es la base del logaritmo neperiano; A, b y c son constantes específicas del modelo. Posteriormente quien desarrolló el modelo de la curva de lactancia, fue Gaines en 1927 (citado por Wood, 1969) describiéndola así: $Y_t = Ae^{-Kt}$ en donde Y_t es el rendimiento de leche en el mes t; A es el nivel de producción al inicio de la lactancia (t=0) y K es la tasa de declinación en la producción. De

igual forma Fischer (1958) citado por Cobby y Le Du (1978) describe otro modelo algebraico simple para la fase de declinación de la curva de lactancia de una vaca. Pero, estas expresiones no toman en cuenta el ascenso inicial hasta alcanzar el máximo, siendo ésta una característica de interés e importancia.

De aquí, nuevos factores han emergido desde que Johaseen (1961) citado por Wood (1967), utilizó la fórmula de Gaines (1927), variando únicamente el período de tiempo de mes a semanas (t), la cual tampoco llevó a un buen ajuste, y es en ese mismo año que Vujičić y Băcić (1961) citado por Wood (1969) sugirieron la expresión: $Y_t = tn^{-a} e^{-at}$ donde, Y_t es la producción en el período t ; n y a son los parámetros; desafortunadamente a debía ser estimada para cada período t para obtener la identidad.

Más recientemente, Nelder (1966) citado por Wood (1967) describió una familia de curvas polinomiales inversas de las cuales, una en particular podría suministrar un modelo satisfactorio y este es $Y_x = X (b_0 + b_1X + b_2X^2)^{-1}$ donde Y_x es la producción en la semana X ; b_0 , b_1 , b_2 son constantes. Bajo éste modelo la producción máxima esperada ocurre en el punto $(b_0/b_2)^{1/2}$. Esta no se toma en cuenta, dado que es esencialmente una curva tipo Gamma.

Wood (1967) propuso un modelo similar, de la forma $Y_n = a x^b e^{-cx}$ donde Y_n es la producción diaria promedio del periodo (en la x -ésima semana) y a , b , c representan la producción inicial, el ascenso al pico y el descenso respectivamente, la que se estabiliza a un máximo cuando $n = b/c$.

A partir de 1967, se han propuesto diversas variantes de expresión algebraica de la curva de lactancia (Kellogg *et al.*, 1977; Schaeffer *et al.*, 1977; Menchaca, 1978 y Ostergaard, 1979 citados por Ribas, 1988). Sin embargo, las representaciones algebraicas de las curvas de lactancias planteadas tienen sus características propias, por lo que deben considerarse de acuerdo con el campo de aplicación específico (Wood, 1981 citado por Ribas, 1988).

En la actualidad, la fórmula de Wood (1967) es la más popular, la que se puede transformar en un modelo de regresión lineal múltiple, de la siguiente forma $\ln(Y_n) = \ln(a) + b \ln(n) - cn$. Esta ecuación, no sólo es flexible para expresar cambios que se originan en la producción de leche debido a los diferentes factores ambientales y fisiológicos, sino que también a los componentes primarios como grasa y proteína (Wood, 1976).

A partir de la función gamma incompleta de Wood (1967), él mismo propone la ecuación para determinar el valor de la persistencia (S) que expresa la magnitud de la

tendencia a mantener las máximas producciones de forma constante. Además, éste parámetro permite determinar que animales resultan económicamente mejores siendo éstos los que presentan un valor de la persistencia mayor (Rodríguez, 1988).

La medida de la persistencia es adimensional y depende de la magnitud de las producciones, resultando ser poco afín con el parto y posiblemente "S" sea el parámetro más útil para realizar comparaciones de persistencia de lactaciones en diferentes vacas dentro del rebaño o entre lactaciones en la misma vaca (Rowlands *et al.*, 1982).

Varios autores han mostrado que diversos factores ambientales y genéticos pueden modificar la curva de lactancia de un individuo. Por ejemplo, Wood (1969) indica que el grupo racial tiene una influencia significativa sobre la curva de producción de leche, tal afirmación es basada en un estudio realizado en Inglaterra con 859 vacas Friessian. La edad de la vaca al parto (Blau, 1961 citado por Wood, 1969), días abiertos y nivel de producción de leche (Schneeberger, 1978 citado por Sölkner y Fuchs, 1987), nivel de fertilidad (Wood, 1967; Gendermann, 1964 citado por Wood, 1969), período de servicio (Decking, 1965 citado por Schneeberger, 1981; Wood, 1967; Wood, 1969; Schneeberger, 1981) son algunos de los factores ya ambientales que presentan una influencia significativa sobre la curva de lactancia. Madalena *et al.* (1979)

realizando un trabajo en Rio de Janeiro con 870 lactaciones de vacas tipo Holstein-Friessian y cruce de Holstein * Gir, demostraron que el número de parto afectó significativamente el parámetro a utilizando los modelos lineal y no lineal de Wood (1967). Así mismo, Rao y Sundaresan (1979) analizando 2034 registros de vacas sahiwal al que se les ajustó el modelo linealizado de Wood (1967), encontraron que el número de parto presentó un alto grado de significancia para todos los parámetros en estudio. En el mismo orden Abubakar y Buvanendran (1981), en Nigeria utilizando 50 lactaciones de cruces Friessian-Bunaji en clima sub-tropical, también demuestran que el número de parto tienen un efecto significativo sobre a , b , c y S . De igual forma, Campos (1989) trabajando en Turrialba, Costa Rica con ganado criollo Reyna, presenta diferencias altamente significativas para el efecto del número de parto sobre el inicio de producción (a) y diferencias significativas sobre el RP, utilizando el modelo no lineal de Wood (1967). El año de parto, en el estudio realizado por Madalena et al. (1979) resultó ser significativo para a , en tanto Campos (1989) encontró un alto grado de significancia del año de parto para b , c , TP, RP y S . Así mismo, la época de parto según Wood (1967); Wood (1969) y Madalena et al. (1979) presentó valores significativos para a , b , y c ; Rao y Sundaresan (1979) encontraron resultados similares para a , b , c , RP y S . En cambio, Abubakar y Buvanendran (1981) y Campos (1989)

realizando un trabajo en Rio de Janeiro con 870 lactaciones de vacas tipo Holstein-Friessian y cruce de Holstein * Gir, demostraron que el número de parto afectó significativamente el parámetro a utilizando los modelos lineal y no lineal de Wood (1967). Así mismo, Rao y Sundaresan (1979) analizando 2034 registros de vacas Sahiwal al que se les ajustó el modelo linealizado de Wood (1967), encontraron que el número de parto presentó un alto grado de significancia para todos los parámetros en estudio. En el mismo orden Abubakar y Buvanendran (1981), en Nigeria utilizando 50 lactaciones de cruces Friessian-Bunaji en clima sub-tropical, también demuestran que el número de parto tienen un efecto significativo sobre a , b , c y S . De igual forma, Campos (1989) trabajando en Turrialba, Costa Rica con ganado criollo Reyna, presenta diferencias altamente significativas para el efecto del número de parto sobre el inicio de producción (a) y diferencias significativas sobre el RP, utilizando el modelo no lineal de Wood (1967). El año de parto, en el estudio realizado por Madalena *et al.* (1979) resultó ser significativo para a , en tanto Campos (1989) encontró un alto grado de significancia del año de parto para b , c , TP, RP y S . Así mismo, la época de parto según Wood (1967); Wood (1969) y Madalena *et al.* (1979) presentó valores significativos para a , b , y c ; Rao y Sundaresan (1979) encontraron resultados similares para a , b , c , RP y S . En cambio, Abubakar y Buvanendran (1981) y Campos (1989)

detectaron efecto significativo de la época de parto únicamente para la producción inicial.

De los distintos factores ambientales, diversos autores coinciden en que la época de parto es el factor más importante afectando la producción de leche dentro de una lactancia. Al respecto, Sanders (1930) citado por Wood (1969) señala que la época de parto estimula fuertemente la producción de leche, Gaona *et al.* (1985) y Branton *et al.* (1974) citado por Rao y Sundaresan (1979) puntualizan que el efecto de la época de parto tiende a ser un estímulo más de índole alimenticia que provocado directamente por el clima, como lo demostrado por Wood (1972), en un estudio con vacas Friessian bajo sistema de estabulación y alimentación uniforme a lo largo del año, donde se presentaron pocas variaciones sobre la forma de la curva con respecto a rebaños de manejo tradicional.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR DE TRABAJO.

El presente trabajo, se realizó haciendo uso de los registros productivos y reproductivos de leche de la Hacienda "El Pino" perteneciente a la Sra. Socorro de Reyna en Rivas, Nicaragua.

La unidad de producción se encuentra localizada a la altura del kilómetro 108 carretera Panamericana, a 70 msnm y 11° 26' de latitud Norte y 85°50' de longitud Oeste.

La temperatura media anual es de 26.6 °C, con una precipitación pluvial promedio por año de 1,269 mm, prolongándose la época seca desde Noviembre hasta Abril y la época lluviosa de Mayo a Octubre, presentando una humedad relativa del 80%. En el Cuadro 1 se presentan más detalladamente los datos agroclimáticos de la zona.

La propiedad posee una extensión de 135 manzanas, de las cuales, una mz corresponde a infraestructuras, 90 manzanas pertenecen al área agrícola donde el principal cultivo es la caña de azúcar y el resto del área es dedicada a la explotación ganadera. El área ganadera a su vez, se encuentra dividida en 15 potreros de 2 a 3 manzanas cada uno, cubiertos con diferentes especies de pastos naturales y mejorados, como son: Jaragua (Hyparrhenia rufa), Zacate Dulce (Ixophoras unisetus), Grama (Oxonopus

compressus), Guinea (Panicum maximum), Estrella (Cynodon nlemfuensis) y una área establecida con forraje Taiwán (Pennisetum purpureum) para corte.

Cuadro 1. Resumen de datos agroclimáticos acumulados en los diferentes años de estudio (1982-1989) en Rivas, Nicaragua¹.

MES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACION (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Enero	26.05	7.14	75.71
Febrero	26.02	3.13	75.28
Marzo	26.97	1.85	71.85
Abril	27.84	2.71	70.42
Mayo	27.97	88.71	75.14
Junio	27.06	178.37	83.85
Julio	26.32	181.37	84.57
Agosto	26.74	189.85	85.00
Sept	26.22	244.33	86.00
Oct	26.14	279.50	84.66
Nov	26.14	63.30	81.33
Dic	25.73	28.85	79.66
Total	319.20	1269.11	953.47
Promedio	26.6	105.75	79.45

1/ Promedios mensuales

Estación meteorológica: Escuela de Agricultura, Rivas, Nic.

Fuente: INETER (1990). Dpto de datos y estadísticas.

El hato está conformado por animales autóctonos de la hacienda que se llegaron a constituir como raza gracias a la labor tesonera del Sr. Joaquín Reyna, esta raza es

actualmente conocida con el nombre de Reyna o Criollo Lechero Centroamericano.

3.2.- MANEJO DEL NATO.

Las vacas en producción (lactantes) permanecen, junto con sus crías en la Hacienda "El PINO". Después que la vaca concluye su lactancia es trasladada a otra hacienda, ya sea "San Martín" o "El Recreo", de donde vuelven a "EL PINO" hasta que están próximas al parto.

Las hembras lactantes son ordeñadas manualmente y con apoyo de la cría una vez al día en horas tempranas de la mañana. Luego de esta operación, permanecen estabulados bajo sombra por un lapso de tres horas, donde se les suministra una ración de 15-20 Kg de forraje picado que puede ser cogollo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) y/o taiwán (Penissetum purpureum) y de 2-2.5 kg de una mezcla de melaza, sorgo molido y gallinaza en los meses de menor precipitación, suministrándoles en la época lluviosa solamente forraje. Posteriormente, se dejan a su libre albedrío en los potreros por un período de 6 a 8 horas. Los potreros cercanos a las instalaciones, son utilizados principalmente para el pastoreo de las hembras próximas al parto.

Después del parto la cría permanece durante 8 días con la madre; desde este momento hasta los 3 meses, permanecen con la madre hasta las 2 p.m., al cumplir los 3 meses, la

cría se reúne con la madre únicamente al momento del ordeño. Desde el nacimiento, las crías son mantenidas en los potreros sin ninguna suplementación. Y por las noches, todos los animales son encorralados para evitar el abigeato.

La producción de leche es medida mensualmente con el auxilio de una balanza, la producción registrada procede de $\frac{3}{4}$ de la ubre, ya que $\frac{1}{4}$ es para el ternero. Cuando las vacas registran baja producción de leche (< 2 Kg) y según sea su estado fisiológico, se procede a realizar el secado.

El sistema de reproducción que se lleva a cabo en el hato es la monta natural, para la cual se cuenta con un número de 4 a 6 sementales, manteniéndose uno con las vacas en producción por un período de tiempo determinado, para evitar el apareamiento con sus mismos descendientes. Los toros restantes son mantenidos en las haciendas "San Martín" o "El Recreo" con el resto de vientres. Recientemente se ha comenzado el empleo de la inseminación artificial con el fin principal de evitar problemas de consanguinidad y hacer mejor uso de los sementales sobresalientes.

El plan sanitario consiste en la prevención de enfermedades bacterianas como antrax, septicemia y pierna negra a través de vacunaciones cada seis meses, al igual

que las desparasitaciones contra parásitos internos. En cambio, las desparasitaciones externas se realizan según sea el grado de infestación del hato. La aplicación de vitaminas se lleva a cabo casi exclusivamente después de haberse presentado una enfermedad, como una medida de recuperación del organismo del animal.

3.3.- DESCRIPCION DE LOS DATOS.

Para la realización del presente estudio, se hizo uso de los registros productivos y reproductivos recolectados, en la Hacienda "EL PINO", donde se codificaron 379 partos correspondientes a 98 vacas. Durante el periodo de evaluación fueron eliminadas 50 observaciones dado que no produjeron leche, restando 329 lactaciones de las cuales fueron eliminadas 88 observaciones por presentar una curva de lactación de forma atípica (b o c negativas o a > 20). En total, un 36.40% de las observaciones fueron eliminadas, restando finalmente 241 lactaciones (Cuadro 2) con las cuales se procedió a cumplir con los objetivos planteados en este documento, Las variables codificadas fueron:

- Identificación de la vaca
- Número de parto
- Fecha de parto
- Producción de leche por día.

La información fué almacenada y procesada en el Centro de Cómputo de la Facultad de Ciencia Animal de la

Universidad Nacional Agraria. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el procedimiento de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud establecido en el paquete estadístico LSMLMW (Harvey, 1987).

Cuadro 2. Número de lactancias disponibles (N) para la realización del presente trabajo.

	N	%
Registros iniciales	379	100.00
Lactancias < 50 días	50 ¹	13.19
Lactancias atípicas	88 ¹	23.21
Lactancias normales	241	63.58

1/ No considerados en el estudio.

El número de partos varió entre 1 y 10, pero debido a muy poca información en los partos 8, 9 y 10 (Cuadro 3) y, a que no hubo diferencia significativa entre las producciones de estos partos, fueron anexados al parto 7.

La producción de leche es medida el primero de cada mes, para obtener la producción del mes, se calcula un promedio de las mediciones de los meses continuos y se multiplica por el número de días de ese período. En el caso de los días extremos, la primera pesada de leche (después del parto) y la última de ésta (antes del secado), se toma la medición más próxima a esa fecha, multiplicándola por el número de días que componen el período. La producción de leche total es obtenida sumando todas las producciones en

Cuadro 3. Número de registros (N), según el número de parto en el hato criollo Reyna de Rivas, durante los años 1982-1989.

NUMERO DE PARTO	N°	%
1	64	26.34
2	52	21.57
3	38	15.76
4	33	13.58
5	24	9.87
6	15	6.17
7	9	3.70
8	4	1.65
9	1	0.41
10	1	0.41
Total	241	100.00

*/ Después de las restricciones.

los distintos periodos. A continuación se muestra el procedimiento empleado:

$$PLM_{1,j} = \frac{PLD_{i-1} + PLD_i}{2} = (D_i - D_{i-1})$$

$$PLM_1 = D_1 \cdot PLD_1$$

$$PLM_n = D_n \cdot PLD_n$$

$$PLTOT_j = \sum PLM_{1,j} + PLM_1 + PLM_n$$

donde:

PLM_{1,j}: Es la producción de leche acumulada en el periodo j (normalmente un mes) para la vaca i.

PLD_{i-1} : Es la producción de leche en el día $i-1$.

PLD_i : Es la producción de leche en el día i .

$D_i - D_{i-1}$: Total de días en el período j .

PLM_1 : Producción de leche acumulada en el período del parto a la primera medición.

PLM_n : Producción de leche acumulada en el período de la última medición al día de secado.

D_1 : Días desde el parto a la primera medición.

D_n : Días desde la última medición al día de secado.

A partir de los datos anteriores se generaron las siguientes variables:

- Año de parto
- Época de parto
- Producción de leche a 305 días

El año de parto se obtuvo a partir de la fecha de parto. Originalmente se contó con 8 años de registros (Cuadro 4), sin embargo por el reducido número de observaciones en el año 1982, éste fue anexado al año 1983.

Las épocas de parto se generaron a partir de la precipitación mensual. Siendo codificada como la época 1, el período lluvioso que abarca los meses de Mayo a Octubre y como época 2, el período de menor precipitación que se extiende desde Noviembre hasta Abril (Cuadro 5).

Cuadro 4. Número de lactancias, según el año de parto, en el hato criollo Reyna de Rivas durante los años 1982-1989.

ANO DE PARTO	N°	%
1982	2	0.82
1983	13	5.35
1984	20	8.23
1985	29	11.93
1986	45	18.67
1987	55	22.82
1988	52	21.40
1989	25	10.29
Total	241	100.00

*/ Después de las restricciones.

Cuadro 5. Número de lactaciones por época.

EPOCA	N°	%
1	162	67.63
2	79	32.78
Total	241	100.00

*/ Después de las restricciones.

Epoca 1: Mayo - Octubre

Epoca 2: Noviembre - Abril

La producción de leche a 305 días, se obtuvo a partir de la producción mensual de leche mediante el ajuste por corte. Este método consiste en que se considera a todas

aquellas vacas con lactancias inferiores a los 305 días, como si hubieran lactado durante este lapso de tiempo y las que presentaron lactancias superiores a los 305 días se les cortó exactamente en ese punto.

3.4.- PARAMETROS DE LA CURVA DE LACTACION.

Para la caracterización de la curva de lactancia se utilizó el modelo propuesto por Wood (1967):

$$Y_m = a x^b e^{-cx}$$

donde:

Y_m = Producción diaria promedio en el período x .

a = Parámetro de la curva que regula la producción inicial.

b = Parámetro que regula el ascenso al pico de producción.

c = Parámetro que regula el descenso post-pico.

e = Base de los logaritmos naturales ($e = 2.7128$).

El método de estimación utilizado fué linealizando la función mediante logaritmo y analizándola como una regresión lineal múltiple; transformándose en :

$$\ln Y_m = \ln a + b \ln x - cx$$

A partir de estos parámetros (a , b y c), usando las ecuaciones propuestas por Wood (1967), se generaron otras variables que también fueron estudiadas como son: la

persistencia (S), tiempo al pico (TP) y rendimiento al pico (RP).

$$S = -(b + 1) \ln c$$

$$TP = b/c$$

$$RP = a (b/c)^b e^{-b}$$

3.5.- ANALISIS ESTADISTICO

Habiéndose generado las diversas variables de interés, se procedió a determinar el efecto de los diferentes factores ambientales que afectan a los parámetros de la curva de lactación, los cuales fueron evaluados a partir del siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + AP_i + EP_j + NP_k + (AP*EP)_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, \dots, 7$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2, \dots, 7$$

$$l = 1, 2, \dots, r$$

donde:

Y_{ijkl} = cualquiera de las características en estudio (a, b, c, TP, RP, S, PL305).

μ = media poblacional.

AP_i = efecto del i-ésimo año de parto

EP_j = efecto de la j-ésima época de parto

NP_k = efecto del k-ésimo número de parto

$(AP*EP)_{ij}$ = interacción año de parto por época de parto

ϵ_{ijkl} = error experimental con media 0 y varianza σ^2

En el modelo preliminar, se incluyeron las interacciones año de parto * época de parto, año de parto * número de parto y época de parto * número de parto, quedando únicamente la interacción año de parto * época de parto, ya que las otras interacciones resultaron no significativas o simplemente no eran estimables. Además, con el modelo se generaron factores de ajuste por número de parto en aquellos casos que lo ameritaba. La PL305 días fué incluida en el modelo con el objetivo de evaluar las correlaciones con los parámetros de la curva de lactancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo se caracterizó la curva de lactancia del hato lechero Reyna de la Hacienda "El Pino" en Rivas, Nicaragua, a través de la función linealizada propuesta por Wood (1967). Las variables estudiadas fueron a , que representa la producción al inicio de la lactancia; b , el ascenso al pico de producción; c , el descenso; S , la persistencia; TP , tiempo al pico de producción y RP rendimiento al pico. Los factores ambientales que influyen sobre cada una de las anteriores variables, también fueron evaluadas, así como la relación de éstos con la producción de leche.

La proporción de curvas atípicas encontradas en el presente estudio fué de 23.21% (Cuadro 2), correspondientes a 88 observaciones de un total de 329 lactaciones (con 50 ó más días de lactancia). Esta cifra resultó ser menor a las encontradas por Campos (1989), dicho autor encontró un 24% y 31% de curvas atípicas al analizar en forma lineal y no lineal el modelo propuesto por Wood (1967). En cambio, éste porcentaje de atipicidad es mayor al 15% determinado por Ferris *et al.* (1985), estos consideraron únicamente como curvas atípicas aquellos casos en que c fué negativo y evaluó el modelo de Wood (1967) a través de una regresión lineal múltiple. Otro trabajo, realizado por Schneeberger (1981) reportó un 21.79% de curvas atípicas utilizando el

modelo linealizado de Wood (1967) y de un 21.29% para una variante del mismo modelo.

El porcentaje de curvas atípicas aquí encontrado pudo haber sido menor con la utilización de procedimientos no lineales en la solución del modelo de Wood (1967) como ha sido demostrado por numerosos autores (Cobby y Le Du, 1978; Schneeberger, 1981; Rowlands *et al.*, 1982; Papajcsick y Boderó, 1988; Campos, 1989), sin embargo no se tenían al alcance las herramientas computacionales necesarias.

4.1.- CARACTERIZACION DE LA CURVA DE LACTANCIA.

En la Figura 1 se presenta la curva de lactancia general del hato. En esta figura se puede observar una sobrestimación de la producción de leche equivalente a un 54.27% del valor promedio de producción observado por vaca por día (4.70 Kg). El valor estimado fué de 8.66 Kg.

Analizando la forma de la curva de lactancia general del hato (Figura 1), se observa una producción inicial baja ($a = 1.94 \pm 0.17$ Kg), con un ascenso al pico ($b = 0.52 \pm 0.04$ Kg) relativamente alto, llegándose a obtener un rendimiento al pico de 11 Kg en un tiempo de 70 días. Estos dos últimos valores difieren cuantitativamente de los datos observados (6.13 ± 0.11 Kg y 89 ± 5.07 días para RP y TP, respectivamente). Además de esto, se puede agregar que el descenso, después de alcanzar el pico de producción, presenta una declinación poco pronunciada lo que favorece a

una persistencia prolongada. Es importante señalar que se observa una producción superior a los 9 Kg desde los 31 días post-parto hasta los 150 días. Esta sobrestimación de la producción a partir de la curva estimada parece ser producto de un valor extremadamente grande para b , lo que podría ser causado por el poco número de observaciones registradas, así como también a la frecuencia con que se realiza el pesaje de la producción de leche, la cual es medida mensualmente.

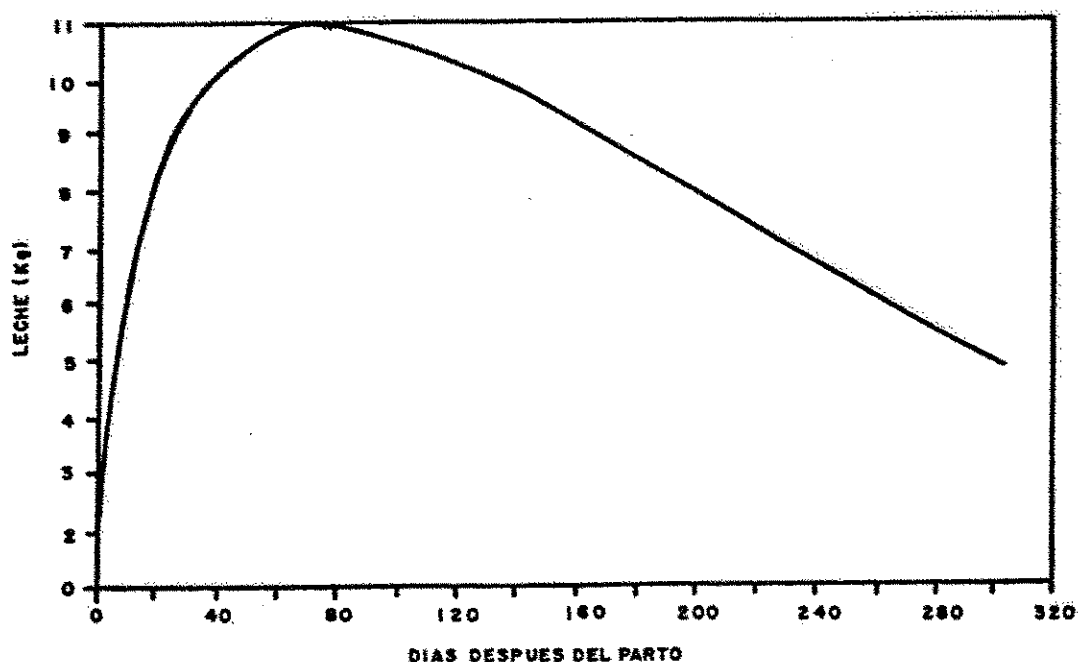


FIGURA 1. Curva de lactancia general del hato criollo.
Reyno de Rivas, Nicaragua.

Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar obtenidos para cada uno de los parámetros relacionados con la curva de lactancia para producción de leche, son presentados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Media de mínimos cuadrado y su error estándar ($\mu \pm ee$) para los parámetros relacionados con la curva de lactancia del hato criollo Reyna en Rivas, Nicaragua.

VARIABLES	N	$\mu \pm ee$
a	241	1.94 \pm 0.17
b	241	0.52 \pm 0.04
c	241	0.006622 \pm 0.000423
RP	241	6.13 \pm 0.11
TP	241	89.17 \pm 5.07
S	241	7.78 \pm 0.13

El valor inicial de producción (a) de 1.94 \pm 0.17 Kg resultó ser menor a los reportados por Campos (1989), estudiando ganado criollo Reyna en Turrialba, Costa Rica y al de Mendoza y Pupiro (1990) trabajando con ésta misma raza en Masatepe, Nicaragua (4.75 Kg y 4.19 Kg, respectivamente); ésta también es inferior al reportado por Abubakar y Buvanendran (1981) en cruces Friessian-Bunaji en el trópico de Nigeria, quienes obtuvieron una producción inicial de 2.77 Kg. Así mismo, Rao y Sundaresan (1979), reportan un a superior al del presente estudio en vacas Sahiwal en la India con un valor de 2.06 Kg. Por otro lado,

Wood (1969 y 1970) trabajando con vacas Friessian en Inglaterra, también reportan un valor mayor para el parámetro a (3.74 y 3.64 Kg, respectivamente).

En lo que se refiere al valor de 0.52 ± 0.04 Kg obtenido para b en el presente trabajo, resultó ser muy similar al reportado por Schneeberger (1981) para vacas de tercer parto en cambio es bastante superior a los obtenidos por Madalena et al. (1979), Rao y Sundaresan (1979), Abubakar y Buvanendran (1981), Campos (1989); Mendoza y Pupiro (1990). La cual parece reforzar la hipótesis de que b es responsable de la sobrestimación antes mencionada.

El parámetro que define la declinación encontrado en el presente trabajo (0.006622 ± 0.000423 Kg), es menor a los reportados por Wood (1967 y 1970) y por Campos (1989) y superior al determinado por Mendoza y Pupiro (1990) y Papajcsick y Boderó (1988). En tanto es muy similar al reportado por Schneeberger (1981).

El rendimiento al pico aquí estimado (6.13 ± 0.11 Kg) es inferior a los obtenidos por Campos (1989) de 13.07 Kg, Schneeberger (1981) de 19 Kg en vacas de tercer parto, Rao y Sundaresan (1979) de 10.42 Kg. Sin embargo, es muy similar al encontrado por Mendoza y Pupiro (1990).

El tiempo al pico (89.17 ± 5.07 días) resultó ser superior a los reportados por Rao y Sundaresan (1979),

Schneeberger (1981), Campos (1989) y Mendoza y Pupiro (1990).

La media de mínimos cuadrados para la persistencia (S) fué de 7.78 ± 0.13 , siendo ésta superior a trabajos realizados por Wood (1970), Rao y Sundaresan (1979), Abubakar y Buvanendran (1981), Campos (1989) y Mendoza y Pupiro (1990). Evidenciando una mayor estabilidad de la lactancia de los animales originales Reyna.

La discrepancia observada de las diferentes variables evaluadas con algunos casos reportados por otros autores, puede deberse posiblemente a la cantidad reducida de registros empleados, a la frecuencia en el período de pesaje de leche o a la utilización del modelo linealizado para el análisis de los datos, el que para diversos autores ejerce un menor ajuste en comparación con el modelo no lineal (por ejemplo Campos, 1989). Los valores obtenidos en este estudio para los parámetros, descenso de producción (c) y persistencia (S) son considerados óptimos, siendo inferior el valor de c y superior el valor de S para casi todos los valores reportados por otros autores. Esta particularidad indica, que el descenso de producción fué moderado, favoreciendo así a la persistencia; logrando de esta forma, que la producción se mantenga estable por un mayor tiempo.

4.2.- EFECTO DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.

La forma que toma la curva de lactancia, está influenciada en gran medida por algunos factores ambientales, dentro de los cuales en éste documento se cuenta, con el año de parto, la época de parición y el número de parto, además de la interacción año de parto * época de parto. La forma en que estos factores afectan a los parámetros de la curva de lactancia aquí estudiados son mostrados en los Cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para los parámetros a, b y c.

FUENTE DE VARIACION	gl	a		b		c	
		CM	F	CM	F	CM ($\times 10^{-4}$)	F
AAPAR (A)	6	3.48	1.02 ^{ns}	0.16	0.94 ^{ns}	0.59	2.797 [*]
EPOCA (E)	1	13.72	4.03 [*]	0.02	0.10 ^{ns}	0.75	3.560 ^{ns}
NUMPA	6	2.89	0.84 ^{ns}	0.13	0.81 ^{ns}	0.43	2.057 ^{ns}
A X E	6	4.56	1.34 ^{ns}	0.24	1.44 ^{ns}	0.51	2.422 [*]
ERROR	221	3.41		0.27		0.21	

En lo que se refiere al parámetro inicio de producción (a), éste se ve afectado significativamente ($p < 0.05$) por un único factor como es la época de parto, lo que indica que las variaciones de clima y manejo a través del año, la

Cuadro 8. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para las variables RP, TP y S.

FUENTE DE VARIACION	gl	RP		TP		S	
		CM	F	CM	F	CM	F
AAPAR (A)	6	5.73	3.69*	2490.28	0.82 ^{ns}	0.99	0.50 ^{ns}
EPOCA (E)	1	9.03	5.83*	66732.80	22.00***	12.34	6.30*
NUMPA	6	17.74	11.45**	3648.34	1.20 ^{ns}	1.68	0.86 ^{ns}
A X E	6	0.85	0.55 ^{ns}	6261.19	2.06 ^{ns}	3.66	1.87 ^{ns}
ERROR	221	3.41		0.27		0.21	

afectan relativamente. En cambio, en el trabajo realizado por Madalena et al. (1979), éste parámetro se ve influenciado significativamente ($p < 0.05$) por el año de parto, el número de parto y la interacción año * época. Mientras que para Rao y Sundaresan (1979), el efecto del número de parto y la época de parición resultaron ser altamente significativas ($p < 0.01$) para todos los parámetros y variables de la curva de lactancia (a, b, c, RP, TP, S), con la excepción de la época de parto sobre TP que no presentó significancia alguna. Por otro lado, el inicio de producción, para Campos (1989), se ve influenciado únicamente por el número de parto y al igual que en éste estudio resultó estadísticamente no significativo para el año de parto y la interacción año * época.

El ascenso al pico de producción (b) no se ve influenciado significativamente por ninguno de los factores estudiados. Esta no significancia indica que ningún tipo de factor ambiental ejerce influencia sobre b (o al menos no pudo ser detectado), aunque en el inicio de producción la época de parto haya causado alguna variación, lo que puede objetarse por el hecho de que al estar una vaca secretando leche, el productor le confiere un mejor cuidado. Campos (1989) coincide con los resultados de este trabajo, excepto el año de parto que resultó ser altamente significativa ($p < 0.01$), lo que pudo ser influenciado por el número de años de registros considerados en su trabajo, que abarca el período desde 1951-1987. Autores como Abubakar y Buvanendran (1981) analizando época y número de parto, Wood (1969) con número de parto y Madalena *et al.* (1979) con el año de parto encontraron resultados similares. Mientras que éste último autor reportó para la época de parto y la interacción año * época resultados diferentes.

La influencia de la época y número de parto sobre el descenso de producción (c) en éste estudio, resultaron ser no significativas al contrario de la afectación del año de parto y año * época, las que resultaron significativas ($p < 0.05$), debido probablemente a que se han presentado fluctuaciones en el manejo y la alimentación a lo largo de los años, acentuándose aún mas éstas variaciones cuando interactúan con la época de parto. Reportes similares a los

del presente estudio exponen Madalena *et al.* (1979) para los factores número de parto y año * época, a diferencia de la época que resultó ser altamente significativa ($p < 0.001$). Así mismo, Campos (1989) presenta similitud a estos resultados, con la particularidad de que el año de parto obtenido es altamente significativo ($p < 0.01$). Los trabajos de Wood (1969) y Abubakar y Buvanendran (1981), no presentan diferencias significativas sobre c con relación al número de parto y la época de parto.

Los valores correspondientes al año de parto y la época de parto con respecto al rendimiento al pico (RP) para el presente estudio, resultaron tener cierto grado de significancia ($p < 0.05$), en cambio para el número de parto se reportó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), no siendo así para la interacción año * época, la cual no presentó diferencias estadísticas. Así, la alta diferencia significativa existente en el rendimiento al pico con respecto al número de parto, pone de manifiesto lo expresado por Warwick y Legates (1980) de que las vacas aumentan su producción paulatinamente, desde el primer parto hasta que alcanzan los seis u ocho años, después de los cuales la disminuyen. Mientras que el hecho de haber resultado el año y la época de parto significativos pudo verse influenciado por los cambios presentados a lo largo de cada uno de ellos. En cambio, Campos (1989) obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto al número

de parto y al año de parto, ocurriendo lo contrario con la época de parto y el año * época, los cuales no tuvieron diferencias significativas.

En cuanto a la variable tiempo al pico (TP) se refiere, no se encontraron diferencias significativas para los factores en estudio, excepto la época de parto que resultó altamente significativa ($p < 0.01$), esto posiblemente se debió al estrés que sufre el animal a causa de las diferentes condiciones climáticas a lo largo del año, por lo que en la estación seca se requiere un mayor número de días para alcanzar el pico de producción (Cuadro 9) dada la poca disponibilidad de pasturas frescas con alto valor nutritivo, en comparación con la época de lluvia que requiere un menor tiempo para llegar a la producción máxima. Estos resultados no coinciden con los de Campos (1989), ya que éste reporta grados de significancia opuestos para los factores aquí mencionados, excepto el número de parto que coincidió con el de éste trabajo. Cabe aclarar que el trabajo de Campos (1989), se realizó en condiciones de trópico húmedo.

La persistencia (S) se vió afectada significativamente ($p < 0.05$) por la época de parto, la que se ve influenciada por condiciones climáticas diferentes ocasionando variaciones en la misma. Mientras que el efecto año de parto, número de parto, y la interacción año de parto * época de parto, resultaron ser no significativas; al

respecto Campos (1989), reporta valores altamente significativos ($p < 0.01$) para el año de parto, época y año * época, no obteniendo diferencias en lo que respecta al número de parto. Sin embargo, Abubakar y Buvanendran (1981) reportan un efecto significativo para el número de parto, no así para la época de parto.

Cuadro 9. Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para los parámetros de la curva de lactancia según la época de parto.

PARAMETROS	EPOCA	N	$\mu \pm ee$
a	1	161	2.25 ± 0.20
	2	80	1.63 ± 0.25
b	1	161	0.50 ± 0.04
	2	80	0.52 ± 0.06
c	1	161	0.007344 ± 0.0005
	2	80	0.005899 ± 0.0006
RP	1	161	6.38 ± 0.14
	2	80	5.88 ± 0.17
TP	1	161	67.64 ± 6.06
	2	80	110.71 ± 7.53
s	1	161	7.49 ± 0.15
	2	80	8.07 ± 0.09

En la Figura 2 se presentan las curvas de lactancia por época de parto, donde se observa claramente la diferencia entre los dos periodos (lluvioso y seco), correspondiéndole al periodo de lluvia, la curva con un inicio de producción mayor y un ascenso brusco de

producción, alcanzando así el máximo rendimiento al pico en un menor tiempo (60 días).

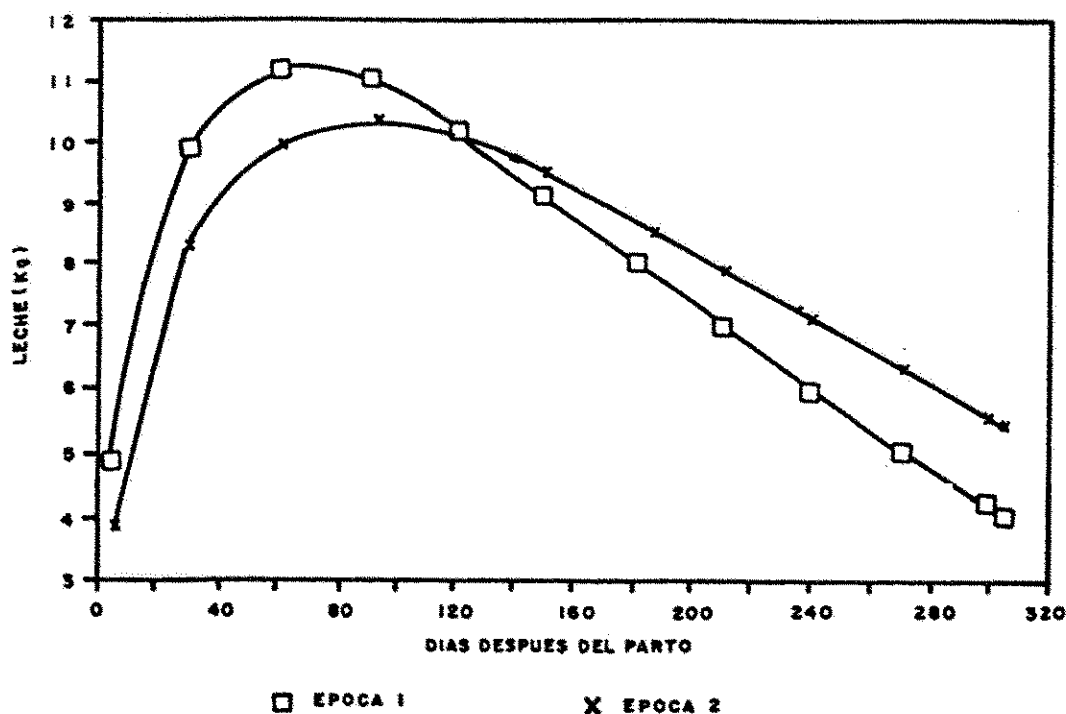


FIGURA 2. Curvas de lactancias, según la época de parto, del hato lechero Reyno en Rivas, Nicaragua.

Al analizar los datos sobre la curva de lactancia obtenidos según la época de parto (Cuadro 9), se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las épocas en estudio (época 1= lluviosa; época 2= seca) con medias de 2.25 ± 0.20 Kg y 1.63 ± 0.25 Kg respectivamente para el

parámetro a, lo que pudo deberse a algunas variaciones en la disponibilidad del alimento a lo largo del año. Estos resultados son similares a los reportados por Campos (1989) en criollo, Jersey y sus cruces; Abubakar y Buvanendran (1981) en cruce Friesian-Bunaji. Mientras que Schneeberger (1981) no encontró diferencias significativas en su estudio.

En lo que respecta a los parámetros b y c, no hubo diferencias significativas, esto demuestra que el factor época no ejerce ninguna influencia sobre ambos parámetros, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Schneeberger (1981) y Madalena *et al.* (1979) en la época de verano. Contrario a esto, Abubakar y Buvanendran (1981) encuentran diferencias significativas ($p < 0.05$) para el ascenso y descenso de producción. Así mismo, Campos (1989) encuentra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para el parámetro b en ambas épocas.

Al estudiar el efecto que tiene la época de parto sobre las variables RP y S, se encontró que existen diferencias estadísticas ($p < 0.05$). El RP se ve influenciado posiblemente al efecto que causan los cambios de temperatura sobre la fisiología de los animales. En cambio, Schneeberger (1981) no encontró diferencias significativas en la realización de su trabajo. Se puede observar que la afectación de S puede deberse, a que cuando ocurre una producción de leche inicial con un ascenso brusco, se

presenta una fuerte declinación del parámetro c , no permitiendo una mayor prolongación de la persistencia. Estos resultados coinciden con los de Abubakar y Guvanendran (1981).

En lo referente al efecto de la época de parto sobre el tiempo al pico, se observa un alto grado de significancia ($p < 0.01$) con medias de 67.64 ± 6.06 y 110.71 ± 7.53 días para la época 1 y 2, respectivamente. Aquí se puede observar que en el período de mayor precipitación, el tiempo que se requiere para alcanzar el pico de producción es menor, debiéndose probablemente a que la producción inicial y el rendimiento al pico en la época lluviosa son mayores que en la época de menor precipitación. No coincidiendo estos resultados a los presentados por Schneeberger (1981) dado que no demostró diferencias estadísticas sobre el TP con medias de 43.2 para el verano y 43.6 para el invierno.

En la Figura 3 y 4 se presentan las curvas que definen la producción de leche por número de parto, observándose sobrestimada la caracterización de la curva de lactancia por número de parto, siendo los partos 1 y 7 los que obtienen las mínimas y máximas producciones respectivamente, aunque se manifiesta una tendencia de ascenso desde el primer parto hacia el tercero, declinando paulatinamente hasta el sexto parto. El comportamiento del

parto 7, puede deberse a que en él fueron anexados los partos 8, 9 y 10.

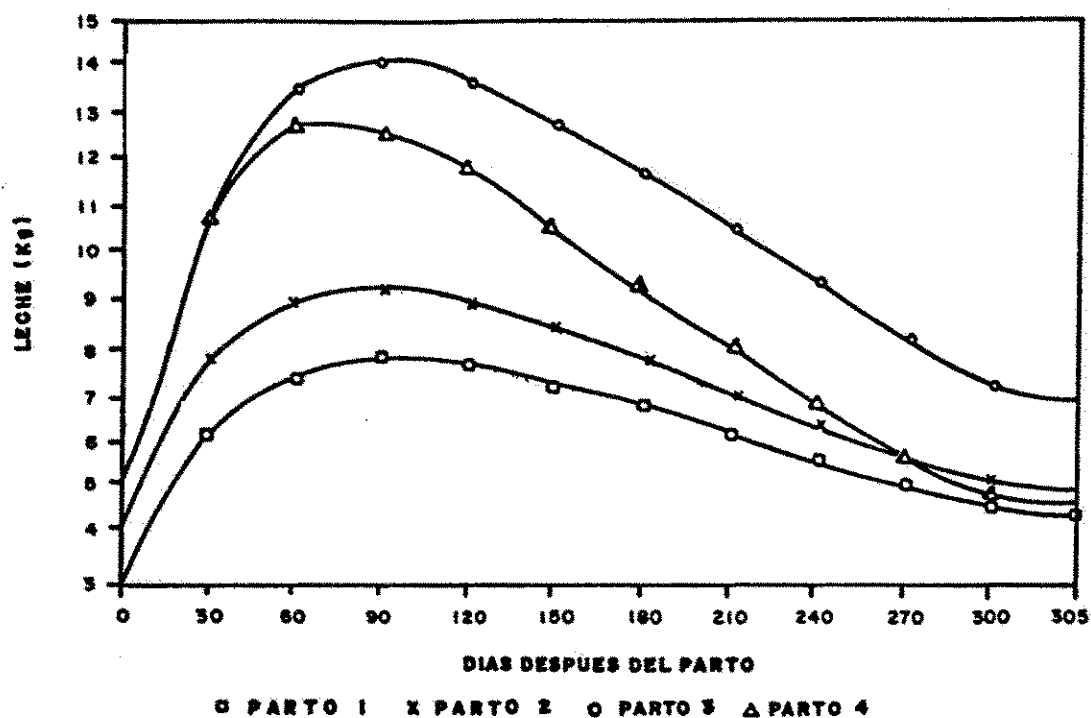


FIGURA 3. Curvas de lactancias para los primeros cuatro partos del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua.

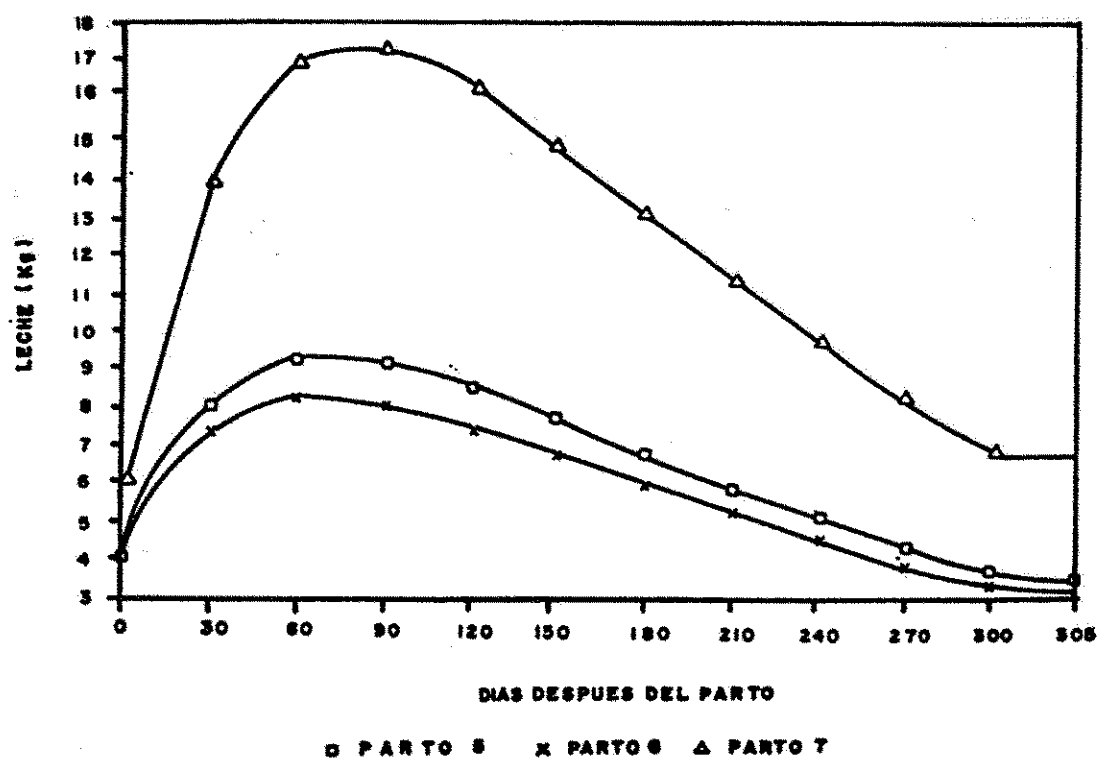


FIGURA 4. Curvas de lactancias para los últimos partos del hato criollo Reyna de Rivas, Nicaragua.

Las medias de mínimos cuadrados para los parámetros de la curva de lactancia según número de parto, son presentados en los Cuadros 10 y 11, observándose que no se encuentran diferencias significativas para a, b, c, TP y S. Resultados similares obtuvieron Madalena *et al.* (1979) para b y c, Campos (1989) para b, c, TP y S, no siendo así con el parámetro a, ya que para éstos autores resultaron ser significativo y altamente significativo ($p < 0.05$ y $p < 0.01$) respectivamente. En cambio Abubakar y Buvanendran (1981) exponen en su estudio diferencias significativas ($p < 0.05$) para a, b, c y S en todos los números de partos (1, 2, 3 y 4, 5 y 6, > 6).

En lo que respecta al RP se observa un alto grado de significancia ($p < 0.01$), incrementándose esta variable a medida que aumenta el número de parto, logrando su máximo valor en la cuarta lactación, con lo que se confirma lo expuesto por Warwick y Legates (1980), de que las vacas aumentan gradualmente su producción de leche desde su primer parto a la edad de 2 a 3 años, hasta que alcanzan los 6 u 8 años de edad después de los cuales la disminuyen. Esto es evidente dado que las vacas en su primer parto no han alcanzado su completo desarrollo corporal, por lo que no están en capacidad de producir energía para aumentar la producción de leche (Campos, 1989). Sin embargo, se puede observar una leve alteración de la secuencia antes mencionada, con respecto al último parto.

Cuadro 10. Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para cada uno de los parámetros de la curva de lactancia según el número de parto.

NUMPA	a	b	c
1	1.42±0.25	0.48±0.06	0.005182±0.0006
2	2.10±0.27	0.43±0.06	0.005124±0.0007
3	1.89±0.32	0.58±0.07	0.006439±0.0008
4	2.08±0.35	0.55±0.08	0.007707±0.0009
5	1.87±0.39	0.50±0.09	0.007210±0.0010
6	2.10±0.49	0.44±0.11	0.006762±0.0012
7	2.13±0.51	0.62±0.11	0.007926±0.0013

Cuadro 11. Medias de mínimos cuadrados y su error estándar ($\mu \pm ee$) para cada una de las variables de la curva de lactancia según el número de parto.

NUMPA	RP	TP	S
1	4.86±0.17	105.03±7.63	7.93±0.19
2	5.72±0.18	94.49±8.15	7.70±0.20
3	6.14±0.21	98.88±9.64	8.10±0.24
4	6.68±0.23	89.50±10.50	7.90±0.26
5	6.50±0.26	82.03±11.70	7.57±0.30
6	6.38±0.33	69.37±14.80	7.27±0.37
7	6.63±0.34	84.90±15.30	7.99±0.38

4.3.- CORRELACIONES FENOTIPICAS.

Las correlaciones fenotípicas (r_s) estimadas en este trabajo, son presentadas en el Cuadro 12. Los valores de r_s obtenidos entre a y b y entre a y S fueron altas y negativas (-0.71 y -0.75), mientras que las correlaciones entre b y c y entre b y S fueron altas y positivas (0.70 y 0.84, respectivamente). El TP mostró una correlación alta y positiva con la persistencia (0.66) de igual forma, la PL305 presentó correlación con RP (0.60). En cambio, las r_s entre PL305 y a y entre PL305 y c, resultaron ser bajas y negativas, así como bajas y positivas para las siguientes correlaciones: PL305-b, PL305-TP, PL305-S (0.03, 0.17 y 0.18, respectivamente).

Por otro lado, el resto de las estimaciones presentaron correlaciones cercanas a cero.

Diversos autores como Schneeberger (1981), Shanks *et al.* (1981), Ferris *et al.* (1985) y Campos (1989) reportan r_s altas y positivas para b y c similares al del presente estudio. Estos mismos autores a excepción de Shanks *et al.* (1981), coinciden con la estimación entre a y b con el de este estudio. Las correlaciones presentadas en este estudio entre a y S, b y S y entre c y S difieren a las reportadas por Shanks *et al.* (1981) y Ferris *et al.* (1985), siendo semejantes a las de Campos (1989).

En lo referente a la r_s entre PL305 y b, Schneeberger (1981) y Campos (1989) reportan valores diferentes a los de este trabajo, demostrando que ellos presentan correlaciones negativas. En cambio, para la correlación entre PL305 y a, estos mismos autores encuentran valores positivos, contrarios a los de este estudio en donde se reportan correlaciones negativas.

Cuadro 12. Correlaciones fenotípicas para los diferentes parámetros y variables relacionadas con la curva de lactancia.

CARACTER	a	b	c	RP	TP	S	PL305
a	1.00	—	—	—	—	—	—
b	-0.71	1.00	—	—	—	—	—
c	-0.33	0.70	1.00	—	—	—	—
RP	0.31	0.10	0.28	1.00	—	—	—
TP	-0.48	0.25	-0.22	-0.26	1.00	—	—
S	-0.75	0.84	0.25	-0.12	0.66	1.00	—
PL305	-0.00	0.03	-0.25	0.60	0.17	0.18	1.00

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos al caracterizar la curva de lactancia en ganado criollo Reyna del trópico seco, Rivas, Nicaragua se puede concluir lo siguiente:

1.- El modelo propuesto por Wood (1967), analizado de forma lineal, sobrestimó en un 54.27% la producción promedio de leche.

2.- La curva general presentó una sobrestimación, sobre todo para el parámetro b , lo cual pudo ser influenciado por el número reducido de registros.

3.- La persistencia resultó ser mayor a medida que disminuía el parámetro c , lográndose con esto una producción estable en un mayor tiempo.

4.- La época de parto fué el factor no genético que tuvo mayor influencia sobre los parámetros de la curva de lactancia.

5.- A pesar de que se observa una sobrestimación en el parto 7, debido a que fueron anexados en el los partos 8, 9 y 10, se manifiesta una tendencia de ascenso desde el primer parto hasta el tercero el cual declina paulatinamente hasta el sexto parto.

6.- Las correlaciones fenotípicas obtenidas entre a y b, entre a y S fueron consideradas altas y negativas, observándose una pequeña variación para las correlaciones entre PL305 y a y entre PL305 y c las cuales resultaron ser bajas y negativas. En cambio entre b y c , b y S y TP y S fueron de 0.70 , 0.84 y 0.66 respectivamente. El resto de las estimaciones presentaron correlaciones cercanas a cero, pero significativas.

VI. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados y conclusiones del presente trabajo se pueden llegar a las siguientes recomendaciones:

1.- Utilizar estos registros con un mayor número de observaciones para evaluarlos con otros modelos reportados en la literatura, comparándolos así con el presente trabajo para determinar cual de ellos podría ajustarse a la curva de lactancia.

2.- Llevar a cabo un mejor control de los registros, tendientes a obtener una información más veraz sobre los aspectos productivos y reproductivos de los animales.

3.- Reducir el lapso de tiempo utilizado entre una y otra pesada de leche, con el fin de obtener datos más precisos en los registros.

4.- Continuar los estudios sobre el ganado Reyna para determinar plenamente el comportamiento del mismo.

5.- Que las instituciones responsables de la generación y transferencia de tecnología para la producción animal, establezcan programas para divulgar las bondades de éste promisorio genotipo, bajo condiciones de Nicaragua y apoyen su respectiva superación.

VII. BIBLOGRAFIA

- ABUBAKAR, B.Y.; BUVANENDRAN, V. 1981. Lactation curves of Friesian-Bunaji crosses in Nigeria. *Livestock Production Science* (The Netherlands) 8:11-19.
- CAMPOS, M. 1989. Caracterización de la curva de lactancia y utilización de registros parciales en genotipos lecheros bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica., CATIE 109 p.
- COBBY, J. M.; LE DU, L.P. 1978. On fitting curves to lactation data. *Animal Production* (G.B) 26:127-133.
- CONGLETON, W. R.; EVERETT, R.W. 1980. Application of the incomplete gamma function to predict cumulative milk production. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 63(1):109-119.
- FERRIS, T.A.; MAO, I.L.; ANDERSON, C.R. 1985. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 68(6):1438-1448.
- GAONA, J. H. B.; PEREIRA, C. S.; ANDRADE, V. J. de; SAMPAIO, I. B. M. 1985. Estudo da curva de lactacao em búfalo da raza Mediterranea e seus mesticos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* (Bra.) 37(5):477-495.
- HARVEY, W. R. 1987. User's guide for LSMLMW pc-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. 59 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS (INEC). 1989. Nicaragua, Diez años en cifras. Managua Nic. 58 p.
- KELLOGG, D.W.; URQUHART, N.S.; ORTEGA, A.J. 1977. Estimating Holstein lactation curve with a gamma curve. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 60(8):1308-1315.
- MADALENA, F. E.; MARTINEZ, M.L.; FREITAS, A.F. 1979. Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Animal Production* (G.B.) 29:101-107.
- MENDOZA, J.; PUPIRO, J.J. 1990. Estudio preliminar del comportamiento productivo y reproductivo de un hato criollo Reyna bajo condiciones de confinamiento en Masatepe, Nicaragua. Tesis. Managua, Nicaragua., UNA. 44 p.

- PAPAJCSIK, I. A.; BODERO, J. 1988. Modelling lactation curves of Friessian cows in a subtropical climate. *Animal Production (G.B.)* 47:201-207.
- RAO, M.K.; SUNDARESAN, D. 1979. Influence of enviroment and heredity on the shape of lactation curves in Sahival cows. *Journal Agric. Sci. (Camb.)* 92:393-401.
- RIBAS, M. 1988. Lactancias parciales en ganado de leche. La Habana, Cuba. Editorial Ciencia Animal. 54 p.
- RODRIGUEZ, R. 1988. Comportamiento de la curva de lactancia del ganado vacuno lechero. *Mejoramiento Animal, Boletín de reseñas* #5 La Habana, Cuba. CIDA. 30 p.
- ROWLANDS, G.J.; LUCEY, S.; RUSSELL, A.M. 1982. A comparison of different model of the lactation curve in dairy cattle. *Animal Production (G.B.)* 35:135-144.
- SALAZAR, J.J.; CARDOZO, A. 1981. Desarrollo del ganado criollo: Resumen histórico y distribución actual. Estudio FAO, Producción y Sanidad Animal. Roma, Italia. #22 8 p.
- SCHAEFFER, L.R.; MINDER, C.E.; McMILLAN, I.; BURNSIDE, E.B. 1977. Nonlinear techniques for predicting 305-day lactation production of Holsteins and Jerseys. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 60(10):1636-1644.
- SCHNEEBERGER, M. 1981. Inheritance of lactation curve in Swiss Brown cattle. *Journal of Dairy Science (Switzerland)* 64(3):475-483.
- SHANKS, R.D.; BERGER, P.J.; FREEMAN, A.E.; DICKINSON, F.N. 1981. Genetic aspects of lactation curves. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 64(9):1852-1860.
- SÖLKNER, J.; FUCHS, W. 1987. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science (The Netherlands)* 16:305-319.
- TEWOLDE, A. 1987. Identificación y selección de hembras utilizando registros de finca. In seminario Internacional sobre la producción de leche en el trópico. Memorias. San José C. R. MAG-UNA-CATIE-GTZ.
- WARWICK, E.; LEGATES, J. 1980. Cria y mejora del ganado. *Mejoramiento del ganado lechero. Tercera edición.* Editorial Libros McGraw-Hill, México, D.F. 623 p.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature (G.B.)* 216:164-165.